

Заключение. В работе предлагается уточнение классификационной принадлежности почв в полевых условиях при определении их цветовой гаммы и ее изменения по профилю почв методами компьютерной диагностики в цветовых системах RGB, CMYK, Lab.

Так, в слабооккультуренной дерново-подзолистой почве с содержанием гумуса 1,4% величина показателя К (чернота) была 34,2, а в хорошо окультуренной с содержанием гумуса 2,3% – 42,6. При развитии оглеения уменьшалась интенсивность черного цвета с $13,5 \pm 4,6$ до $3,6 \pm 0,4$, возрастала светлота (L) от $52,4 \pm 0,5$ до $63,0 \pm 0,6$. Загрязнение почв нефтепродуктами уменьшало L с 170,2 до 39,2, K увеличивалась с 6,0 до 179,2. Развитие эрозии дерново-подзолистых почв приводило к изменению цветовой гаммы горизонта Ap ближе к цветовой гамме A₂. Наблюдалось изменение цветовой гаммы почв от степени их увлажнения и оструктуренности.

Литература

1. Гукалов В.В., Савич В.И. Интегральная оценка кислотно-основного состояния почв таежно-лесной и лесостепной зон. – М.: РГАУ-МСХА, ВНИИА, 2019. – 408 с.
2. Каба Рами, Байбеков Р.Ф., Савич В.И., Егоров Д.Н. Оценка цвета почв в полевых условиях с использованием прибора GRE NaG Macbeth EYE-ONE Photo// Изв. ТСХА. – 2007. – №4. – С. 23-28.

3. Кирюшин В.И., Савин И.Ю., Савич В.И. и др. Использование дистанционных методов исследования при проектировании адаптивно-ландшафтных систем земледелия. – М.: РГАУ-МСХА, 2014. – 181 с.
4. Орлов Д.С., Суханова Н.И., Розанова М.С. Спектральная отражательная способность почв и их компонентов. – М.: МГУ, 2001. – 174 с.
5. Савин И.Ю., Столбовой В.С. Спектральная отражательная способность красноцветных почв Сирии// Почвоведение. – 1997. – №4. – С. 427-434.
6. Савич В.И., Крутилина В.С., Егоров Д.Н., Кашанский А.Д. Использование компьютерной диагностики для объективной характеристики цветов почв// Изв. ТСХА. – 2004. – Вып. 4. – С. 38-51.
7. Савич В.И., Байбеков Р.Ф., Егоров Д.Н. Агрономическая оценка отражательной способности системы почва-растение методом компьютерной диагностики. – М.: РГАУ-МСХА, 2006. – 216 с.
8. Савич В.И., Торшин С.П., Белолухов С.Л., Седых В.А. Агроэкологическая оценка органоминеральных комплексных соединений. – Иркутск: Мега-принт, 2017. – 298 с.
9. Савич В.И., Сорокин А.Е., Балабко П.Н., Чинилин А.В. Цветовая гамма почв, оцениваемая методами компьютерной диагностики, как индикатор их генезиса, плодородия и степени деградации//АгроЭкоИнфо. – 2018. – №4.
10. Седых В.А. Экологическая оценка использования птичьего помета в земледелии на почвах таежно-лесной зоны. – М.: РГАУ-МСХА, 2013. – 492 с.
11. Черноусько Ф.Л., Ермаков И.Л., Афанасьев Р.А. Основные направления роботизации земледелия// Плодородие. – 2018. – №1(100). – С. 48-52.

COLOR SOIL SPECTRUM ASSESSED BY COMPUTER DIAGNOSTIC METHODS AS AN INDICATOR OF SOIL GENESIS AND FERTILITY

V.A. Sedykh¹, V.I. Savich², Sukkar Lama², E.V. Misyureva²

¹Research Institute of the Federal Penitentiary Service of Russia, Narvskaya ul. 15A bldg.1, 125130 Moscow, Russia;

²RSAU-Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Timiryazevskaya ul 49, Moscow, 127550, Russia

It is shown that the color spectrum of soils, evaluated by computer diagnostic methods in the CMYK, Lab, RGB color systems, characterizes the properties of soils and their classification. So, in a poorly cultivated sod-podzolic soil with a humus content of 1.4%, the value of the indicator K (blackness) was 34.2, and in a well-cultivated with a humus content of 2.3% it was 42.6. With the development of gleying, the black intensity decreased from 13.5 ± 4.6 to 3.6 ± 0.4 , and the lightness L increased from 52.4 ± 0.5 to 63.0 ± 0.6 . Oil pollution of soils decreased L from 170.2 to 39.2, K increased from 6.0 to 179.2. The development of erosion of sod-podzolic soils led to a change in the color spectrum of the Ap horizon closer to the color spectrum of A₂. A change in the color gamut of soils from the degree of their moisture, structure is shown.

It is proposed to evaluate the classification affiliation of soils, taking into account the relation $K = \sum k_i X_i + k_{i+1} \cdot Z_{i+1}$, where k_i is the degree of influence of the color spectrum on the classification affiliation, X_i is the color intensity, Z_i is the pattern of variation of the color spectrum along the soil profile.

Key words: soil, classification, fertility, degradation, color spectrum, Ap and soil profile, computer diagnostics.

УДК 631.87:631.874.2

ВЛИЯНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОГО РАПСА И ПЛОДОРОДИЕ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ В УСЛОВИЯХ НОВГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

А.Б. Тиранов, к.э.н., ФГБНУ Новгородский НИИСХ

173516, Новгородская обл., Новгородский р-он, п/о Борки, ул. Парковая, д. 2.

E-mail: zevs1947@yandex.ru.

При разработке технологий возделывания ярового рапса использовали микробиологические удобрения Азотовит, Фосфатовит и сидерат зеленой массы ярового рапса в качестве органического удобрения. Микробиологические удобрения применяли совместно с минеральными удобрениями и пестицидами. Первую дозу минеральных удобрений (N₁P₁K₁) рассчитали на запланированную урожайность с учетом выноса основных элементов питания из почвы с урожаем и обеспеченности почвы доступным для растений азотом, фосфором и калием. Вторую дозу минеральных удобрений (N₂P₂K₂) уменьшили на 50 % для изучения эффективности взаимодействия минеральных и микробиологических удобрений. Использование микробиологических препаратов в баковых смесях с пестицидами снизило материальные затраты по их применению. Высокую урожайность зеленой массы рапса (более 3,5 т к. е/га) получили при дозах минеральных удобрений N₁P₁K₁ и N₂P₂K₂, и обработке посевного материала с последующей обработкой вегетирующих растений Азотовитом и Фосфатовитом. Энергоёмкость производства кормов при этом была низкой и составила от 3,2 до 4,1 ГДж /т к. е. с рентабельностью производства более 132 %. При

запашке 38 т/га сидерата в почву поступило 109 кг/га азота, 57 фосфора, 207 кг/га калия. Приход гумуса за счёт гумификации пожнивно-корневых остатков и сидерата составил 1,47 т/га, прирост энергопотенциала почвы достиг 34 ГДж/га.

Ключевые слова: яровой рапс, микробиологические удобрения, урожайность, плодородие, энергоёмкость.

DOI: 10.25680/S19948603.2020.113.13

Перспективными культурами Нечерноземной зоны являются яровой рапс и другие крестоцветные, позволяющие решить ряд задач по производству продовольственного и технического масла, объёмистых кормов, жмыхов, шротов для животноводства [2]. Выращивание ярового рапса в агроклиматических условиях Новгородской области на зелёную массу оправдано.

Рапс – однолетнее растение семейства крестоцветных. По содержанию питательных веществ и их выходу с 1 га рапс занимает первое место среди однолетних растений. Яровой рапс используют на силос, зелёный корм, на выпас. Это скороспелая, быстро формирующая надземную массу, холодостойкая культура, отличающаяся хорошей отавностью с содержанием протеина до 17 %, жира 3,5 % (на абсолютно сухое вещество) и высоким содержанием сахара, каротина и микроэлементов. Особенно ценен рапс для поукосных и пожнивных посевов [1, 5].

Одна из основных задач земледелия – сохранение, рациональное использование и воспроизводство плодородия почв, накопление в них гумуса. Для бездефицитного баланса гумуса на дерново-подзолистых почвах в условиях Новгородской области необходимо вносить примерно 10-11 т/га органического вещества [6]. Поэтому следует использовать все возможные биологические источники органических удобрений. Один из таких источников – расширение посевов сидеральных культур.

В НПО «Луч» Кировской области на дерново-подзолистой почве изучали влияние ярового рапса на сидерат и зелёный корм. Установили, что яровой рапс можно с успехом использовать на сидеральное удобрение и зелёный корм. При запашке зелёной массы рапса урожайность зерна озимой ржи составила 3,4-4,0 т/га, при заделке в почву пожнивно-корневых остатков – 2,8-3,2 т/га [4].

В решении проблемы повышения плодородия почвы и её продуктивности в условиях снижения объёмов применения органических и минеральных удобрений важное значение имеют биологические методы [10]. При этом особенное внимание обращают на максимальное использование природных факторов, включающих внесение в качестве удобрений побочной продукции возделываемых культур, сидератов и использование симбиотического азота бобовых культур [8, 9].

Не сдерживаемый рост цен на минеральные удобрения, энергоносители, а также нехватка традиционных органических удобрений и большие затраты на их транспортировку и внесение заставляют искать альтернативные ресурсосберегающие источники повышения урожая сельскохозяйственной продукции. К таким источникам на дерново-подзолистой почве, которых в Новгородской области 84 % от площади пашни, относятся в проводимых исследованиях новые микробиологические удобрения (Азотовит и Фосфатовит) и биологические мелиоранты: поживный сидерат на зелёное удобрение и поживно-корневые остатки.

Применение препаратов Азотовит (А) и Фосфатовит (Ф) увеличивает коэффициент использования растениями как биологических, так и технических элементов питания, которые вносят в почву в виде органических и минеральных удобрений и с течением времени накапливаются в ней в форме недоступных соединений. Это не только повышает эффективное плодородие почвы, но и позволяет получать существенную прибавку урожая, улучшая при этом экологическую составляющую сельхозпроизводства.

Цель исследований – изучить влияние новых микробиологических удобрений Азотовита и Фосфатовита совместно с минеральными удобрениями на урожайность зелёной массы ярового рапса и плодородие дерново-подзолистой почвы в условиях Новгородской области.

Методика. На опытном поле ФГБНУ «Новгородский НИИСХ» в 2017-2019 г. проводили исследования на дерново-подзолистой легкосуглинистой на глине почве с высоким содержанием подвижного фосфора (более 250 мг/кг) и обменного калия (более 180 мг/кг) по Кирсанову, гумуса 2,3-3,0 % (по Тюрину) и $pH_{\text{сол}}$ 6,0.

Изучали две дозы минеральных удобрений (фактор В): $V_1 - N_1P_1K_1$ на планируемую урожайность, $V_2 - N_2P_2K_2$ уменьшена на 50 % от дозы фактора V_1 и три способа применения Азотовита и Фосфатовита (фактор Н): H_0 – контроль (без использования А + Ф); H_1 – предпосевная обработка семян А (2,0 л/т) + Ф (2,0 л/т); H_2 – некорневая обработка в фазе стеблевания – А (1,0 л/га) + Ф (1,0 л/га); H_3 – обработка семян предпосевная – А (2,0 л/т) + Ф (2,0 л/т) + некорневая в фазе стеблевания – А (1,0 л/га) + Ф (1,0 л/га).

Схема опыта: 1. $N_1P_1K_1$ – фон 1; 2. Фон 1 + обработка семян: А (2,0 л/т) + Ф (2,0 л/т); 3. Фон 1 + некорневая обработка А (1,0 л/га) + Ф (1,0 л/га); 4. Фон 1 + обработка семян А (2,0 л/т) + Ф (2,0 л/т) + некорневая обработка А (1,0 л/га) + Ф (1,0 л/га); 5. $N_2P_2K_2$ – фон 2; 6. Фон 2 + обработка семян: А (2,0 л/т) + Ф (2,0 л/т); 7. Фон 2 + некорневая обработка А (1,0 л/га) + Ф (1,0 л/га); 8. Фон 2 + обработка семян: А (2,0 л/т) + Ф (2,0 л/т) + некорневая обработка А (1,0 л/га) + Ф (1,0 л/га).

Опыт закладывали в трехкратной повторности с размером делянок 100 м². Делянки делили пополам: на ½ части делянки высевали семена рапса, обработанные только протравителем ТМТД, ВКС (500 г/л) – 3 л/т, на другой части – семена перед посевом обрабатывали в баковой смеси протравителей ТМТД, ВКС (500 г/л) – 3 л/т + А (2,0 л/т) + Ф (2,0 л/т) с нормой расхода рабочего раствора 10 л/т с учетом нормы расхода используемых препаратов. При высоте растений до 30 см в фазе начала стеблевания (ветвления) проводили некорневую обработку посевов микробиологическими удобрениями (варианты 3, 4, 7, 8) – А (1,0 л/га) + Ф (1,0 л/га).

Под культивацию зяби вносили минеральные удобрения согласно схеме опыта и проводили посев рапса ярового сорта Оредеж 2 на зелёную массу и сидерат

сеялкой СН-16 с нормой высева 3 млн всхожих семян на 1 га с глубиной заделки семян 2-3 см.

В опыте применяли аммиачную селитру с содержанием азота 34,6 % ГОСТ 2-85 (гранулы), азофоску N – 16 %, P_2O_5 – 16, K_2O – 16 % ТУ 113-03-466-91 (гранулы), хлористый калий – 60 % K_2O , ГОСТ 4568-95 (порошок); суперфосфат двойной – 43 % P_2O_5 ТУ 82-176-00209438-00 и микробиологические удобрения Азотовит и Фосфатовит.

Учет урожая осуществляли по пробным снопам, результаты исследований обрабатывали дисперсионным [3] и энерго-экономическими методами [7].

Результаты и их обсуждение. Метеорологические условия вегетационных периодов в годы проведения исследований были вполне благоприятные для роста и развития ярового рапса, возделываемого на зелёную массу. Гидротермический коэффициент (ГТК) вегетационных периодов в годы проведения исследований (2017-2019) составил 1,6; 1,3 и 1,5 ед. соответственно, что свидетельствует о хорошей обеспеченности почвы влагой. Рапс – влаголюбивая культура. По потреблению влаги он в 1,5-2 раза превосходит зерновые культуры. Оптимум осадков для роста ярового рапса на зелёный корм за вегетационный период – 600-700 мм.

Яровой рапс, возделываемый на корм сельскохозяйственным животным, убирали в фазе бутонизации. На сидерат скашивали в фазе цветения, затем зелёную массу измельчали тяжелой дисковой бороной БДТ-3 и одновременно заделывали в верхний аэрируемый слой почвы в два следа. В таблицах 1 и 2 приведены данные по учёту урожая.

1. Влияние микробиологических и минеральных удобрений на урожайность зелёной массы ярового рапса (в среднем за 2017-2019 гг.)

№ варианта	Фактор В	Доза минеральных удобрений, кг д. в/га	Фактор Н	Урожайность, т/га	Среднее по фактору В (НСР ₀₅ = 1,7 т/га)
1	В ₁	Фон 1, N ₈₆ P ₇₆ K ₁₀₂	H ₀	27,2	30,4
2			H ₁	30,5	
3			H ₂	30,3	
4			H ₃	33,7	
5	В ₂	Фон 2, N ₄₃ P ₃₈ K ₅₁	H ₀	22,0	25,6
6			H ₁	25,2	
7			H ₂	26,0	
8			H ₃	29,2	

НСР₀₅ = 1,5 т/га по фактору Н,

НСР₀₅ = 2,9 т/га для сравнения частных средних.

2. Влияние микробиологических и минеральных удобрений на урожайность рапса, используемого на сидерат (в среднем за 2017-2019 гг.)

№ варианта	Фактор В	Доза минеральных удобрений, кг д. в/га	Фактор Н	Урожайность, т/га	Среднее по фактору В (НСР ₀₅ = 1,3 т/га)
1	В ₁	Фон 1, N ₉₈ P ₉₆ K ₁₁₀	H ₀	33,0	35,8
2			H ₁	36,1	
3			H ₂	36,0	
4			H ₃	38,2	
5	В ₂	Фон 2, N ₄₉ P ₄₈ K ₅₅	H ₀	27,4	30,8
6			H ₁	30,4	
7			H ₂	31,0	
8			H ₃	34,4	

НСР₀₅ = 1,2 т/га по фактору Н,

НСР₀₅ = 2,3 т/га для сравнения частных средних.

Математическая обработка опытных данных показала отсутствие взаимодействия на урожайность ярового рапса совместного применения минеральных (фактор В) и микробиологических (фактор Н) удобрений. Наибольшую урожайность рапса на зелёную массу и сидерат получили в вариантах № 4 и № 8 по факторам В₁ и В₂ и фактору Н₃. На двух фонах минеральных удобрений (факторы В₁ и В₂) при однократном использовании микробиологических удобрений (факторы Н₁ и Н₂, варианты 2, 3 и 6, 7) получили прибавку урожая зеленой массы к фонам 1 и 2 – 3,1-4,0 т/га, сидерата 3,0-3,6 т/га, что выше НСР₀₅ = 2,9 и 2,3 т/га.

Следовательно, увеличение прибавки урожая зеленой массы ярового рапса при использовании Азотовита и Фосфатовита практически не связано с вносимыми дозами минеральных удобрений относительно фонов 1 и 2. Прибавка урожая зеленой массы рапса при использовании только минеральных удобрений составила более 5,2 т/га (свыше 20%).

При возделывании ярового рапса на зелёный корм с корневыми и пожнивными остатками в почву поступило по вариантам № 1-8 – 0,65; 0,73; 0,73; 0,81; 0,53; 0,60; 0,62 и 0,70 т/га гумуса соответственно. Баланс гумуса почвы с учетом минерализации положительный и составил 0,20-0,48 т/га. При возделывании рапса на сидерат с зеленым органическим удобрением и пожнивными корневыми остатками в почву поступило от 1,29 до 1,79 т/га гумуса. Баланс гумуса почвы по вариантам № 1-8 положительный.

Анализ энерго-экономической эффективности технологий возделывания ярового рапса на зелёный корм и сидерат показал, что лучшие результаты получены в вариантах № 4 и № 8: энергоёмкость производства 1 т к. е. – 4,1 и 3,2; 3,6 и 2,8 ГДж, урожайность 4,1 и 3,5; 4,6 и 4,1 т к. е/га с рентабельностью производства на зелёный корм 132 и 150 %. В указанных вариантах снизилась энергоёмкость производства 1 т к. е. сельскохозяйственной продукции на 10 и 9 %; 6 и 10 % и повысилась энергетическая эффективность производства основной продукции на 0,2-0,7 ед. по сравнению с фонами 1 и 2. При низкой стоимости микробиологических удобрений и их совместного применения с пестицидами в вариантах № 4 и № 8 получили высокие энерго-экономические показатели при производстве зеленой массы рапса, используемой на корм сельскохозяйственным животным.

Закключение. При возделывании ярового рапса на сидерат и зеленую массу на дерново-подзолистой почве в условиях Новгородской области необходимо использовать минеральные удобрения в дозах как на планируемую урожайность, так и на уменьшенную на 50 % совместно с микробиологическими удобрениями: обработку семян перед посевом баковой смесью с протравителем + микробиологические удобрения Азотовит, 2,0 л/т и Фосфатовит, 2,0 л/т и некорневую обработку в фазе стеблевания при высоте растений до 30 см и (А, 1 л/га + Ф, 1 л/га). Это позволит получить высокую урожайность зелёной массы (более 3,5 т к. е/га) с низкой энергоёмкостью производства 1 т к. е. (менее 4,1 ГДж) и сохранить бездефицитный баланс гумуса в почве.

Литература

1. *Агрономическая тетрадь. Возделывание рапса и сурепицы по интенсивной технологии* // Под ред. Б. П. Мартынова. – М.: Россельхозиздат, 1986. – С. 85-90.

2. Воловик В. Е., Ян Л. В., Прологова Т. В. Рекомендации по возделыванию ярового рапса на маслосемена в Нечерноземной зоне России. – М: ФГУ «Российский центр с.-х. консультирования», ГНУ «ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса», 2006. – С. 3.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Агропромиздат, 1979. – С. 294-307.
4. Мазеин В. Л., Суворов Н. Г. Возделывание ярового рапса на зеленое удобрение // Информационный листок № 178-91, ЦНТИ: 610601. – Киров. – С. 1-3.
5. Новоселов Ю. К., Дедаева Г. С., Прологова Т. В., Слепцов Н. А. Особенности выращивания озимого и ярового рапса на кормовые цели // ГОСАГРОПРОМ СССР, ВАСХНИЛ. – М., 1988. – С.14-20.
6. Покровская Е.В., Ефимова В.С. Динамика плодородия почв Новгородской области // Плодородие. – 2003. – № 2 (11). – С. 13-14.

7. Тиранова Л.В., Тиранов А.Б. Методика расчёта ресурсно-экономической оценки оптимальных севооборотов // Метод. издание, НовГУ им. Ярослава Мудрого, 2005. – С. 25-33.
8. Трусов В. И., Новичихин, А. М. Богатых О. А., Бочарникова Е. Г. Биологические приемы повышения плодородия почвы и увеличения продуктивности сельскохозяйственных культур // Достижения науки и техники АПК. – 2001. – № 10. – С. 27-31.
9. Чекмарев П. А., Лукин С. В. Итоги реализации программы биологизации земледелия в Белгородской области // Земледелие. – 2014. – № 8. – С. 3-6.
10. Чуманова Н. Н., Анохина О. В., Жеребцов С. И. и др. Влияние гуминовых препаратов на ростовые показатели и урожайность ячменя и картофеля в лесостепи Кемеровской области // Международный научный журнал Альтернативная энергетика и экология. – 2014. – №3 (143). – С. 32-40.

THE INFLUENCE OF MICROBIOLOGICAL FERTILIZERS ON THE YIELD OF SPRING RAPE AND FERTILITY OF SOD-PODZOLIC SOIL IN NOVGOROD REGION

A.B. Tiranov

Novgorod Scientific Research Institute of Agriculture, Parkovaya ul. 2, 173516 Borki vil., Russia, e-mail: zevs1947@yandex.ru

Microbiological fertilizers Azotovite and Phosphatovite and green mass siderate of spring rapeseed were used as organic fertilizers in the development of technologies for cultivation of spring rapeseed. Microbiological fertilizers were used together with mineral fertilizers and pesticides. The first dose of mineral fertilizers ($N_1P_1K_1$) was calculated for the planned yield, taking into account the removal of the main elements of nutrition from the soil with the harvest and the availability of nitrogen, phosphorus and potassium available for plants. The second dose of mineral fertilizers ($N_2P_2K_2$) was reduced by 50 % to study the effectiveness of interaction between mineral and microbiological fertilizers. The use of microbiological preparations in tank mixtures with pesticides has reduced the material costs of their use. High yield of green mass of rapeseed (more than 3.5 tons of feed units/ha) was obtained at doses of mineral fertilizers $N_1P_1K_1$ and $N_2P_2K_2$, and treatment of seed material with subsequent treatment of vegetating plants with Azotovite and Phosphatovite. The energy intensity of feed production was low and ranged from 3.2 to 4.1 GJ/tons of feed units with a production margin of more than 132%. When plowing 38 t/ha of siderate, the soil received 109 kg of nitrogen, 57 kg of phosphorus, and 207 kg of potassium. The increase of humus due to humification of crop-root residues and siderate was 1.47 t/ha, the increase in the energy potential of the soil reached 34 GJ/ha.

Key words: spring rape; microbiological fertilizers; productivity; fertility; energy intensity.

УДК 631.81:631.582:631.4

ПРОДУКТИВНОСТЬ КУЛЬТУР ЗЕРНОТРАВЯНОГО СЕВООБОРОТА И ПЛОДОРОДИЕ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ПРИМЕНЕНИИ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

А.М. Конова, к.с.-х.н., А.Ю. Гаврилова, к.б.н., Е.А. Трабурова, ФГБНУ ФНЦ ЛК

В условиях Смоленской области длительное применение (в течение 44 лет) возрастающих доз минеральных удобрений в севообороте существенно влияло на его продуктивность и плодородие дерново-подзолистей легкосуглинистой почвы. Самая высокая продуктивность в среднем за семь ротаций севооборота была достигнута в четвертой ротации в варианте с внесением минеральных удобрений в дозе $N_{160}P_{160}K_{200}$. Она составила 40,7 ц/га з. е., прибавка к контролю – 20,6 ц/га з. е., или 102%. Длительное применение минеральных удобрений в полевом севообороте повышало по сравнению с исходной почвой содержание подвижного фосфора с 25-50 до 171 мг/кг почвы и обменного калия – с 70-100 до 115 мг/кг почвы, а также снижало содержание гумуса с 2,0 до 1,8%.

Ключевые слова: севооборот, плодородие, продуктивность, дерново-подзолистая почва, минеральные удобрения.

DOI: 10.25680/S19948603.2020.113.14

Основа агропромышленного комплекса любой страны и ее продовольственной безопасности – производство зерна.

В Нечерноземной зоне России, довольно хорошо обеспеченной осадками, слабым звеном на пути к интенсивному земледелию, наряду с очень низким (в настоящее время) снабжением удобрениями и средствами защиты растений, было и остается низкое естественное плодородие почв, а окультуривание их является важной задачей. Среди факторов, повышающих эффективность зернового комплекса, на долю известковых, минеральных и органических удобрений приходится 65-75% [1, 2].

Значение удобрений в увеличении урожайности сельскохозяйственных культур, приумножении и сохранении плодородия почвы доказано многочисленными опытами и подтверждено практикой мирового земледелия. Кроме того, научно обоснованное применение удобрений позволяет управлять качеством сельскохозяйственной продукции и предотвращает загрязнение окружающей среды. При этом особенно велика их роль на дерново-подзолистых почвах, имеющих невысокий природный потенциал [3, 4].

Полностью отказаться от использования минеральных удобрений даже на высокоплодородных почвах, которые длительное время получали достаточное количество